

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 35 502.9

**Anmeldetag:** 2. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zur sicheren  
Schalterstellungserkennung eines Drehschalters

**IPC:** H 02 J, G 01 B, H 01 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Zitzenzier'.

**Zitzenzier**

## Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters.

- 10 In der Elektrotechnik werden manuell betätigbare Drehschalter für die unterschiedlichsten Aufgaben, z.B. für das Einlesen von Parametern für elektronische Steuerungen, eingesetzt. Die Drehschalter sind mit einem Kontakt-/Sensorsystem und mit einer Rastmechanik versehen. Die Rastmechanik bestimmt die Anzahl der möglichen Schalterstellung und den Winkel zwischen Links- und Rechtsanschlag, sofern von einem Anschlag Gebrauch gemacht werden soll. Über eine an den Schalter angeschlossene Weiterverarbeitungselektronik wird das Kontakt-/Sensorsystem ausgewertet bzw. die Schalterstellung ermittelt. Bei einem
- 15
- 20 Elektroherd bestimmt beispielsweise die Schalterstellung die Heizleistung der jeweiligen zugeordneten Kochplatte.

- Zum Anwählen oder Umschalten von sicherheitsrelevanten Funktionen werden nach heutigem Stand der Technik üblicherweise
- 25 Drehschalter mit redundant ausgeführten, galvanisch getrennten Kontakten verwendet. Die Kontakte werden dabei jeweils separat an eine redundante Steuerung angeschlossen, welche die Schalterstellung entsprechend der vom Drehschalter erzeugten Ausgangskodierung, in Gray-/Hexkodierung oder auch
- 30 direkt uncodiert einliest, auswertet und weiterverarbeitet. Über einen Vergleich der beiden eingelesenen Schalterstellungswerte werden Einlesefehler, Verdrahtungsdefekte und Schalterfehler erkannt.

- 35 Solche aus dem Stand der Technik bekannten Drehschalter mit redundant ausgeführten Kontakten weisen mehrere Nachteile auf. Sie sind kostenintensiv, haben ein größeres Bauvolumen,

erfordern einen erheblichen Verkabelungsaufwand und benötigen je nach Anzahl der Schalterstellungen eine entsprechende, gegebenenfalls hohe Anzahl von redundanten Ausgängen, denen eine entsprechende Anzahl von redundanten Eingängen der Steuerung gegenüber steht.

In einer früheren Patentanmeldung der Anmelderin ist bereits ein manuell betätigbarer, kontaktloser Drehschalter mit variabler Rastung vorgeschlagen worden. Ein solcher liefert zur Winkelstellungsbestimmung über eine Sensorik zwei analoge, um 90° phasenverschobene, sinusförmige Schalterstellungswertsignale mit konstanter Amplitude.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur sicheren, einfachen, kostengünstigen und mit geringem Verkabelungsaufwand verbundenen Schalterstellungserkennung eines Drehschalters zu schaffen, der als Ausgangssignale zwei sinusförmige, analoge, schalterstellungswinkelabbildenden Schalterstellungswertsignale mit jeweils vorgegebenen Amplitudenverlauf aufweist.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe für eine Vorrichtung dadurch gelöst, dass zwei analoge, schalterstellungswinkelabbildende Schalterstellungswertsignale mit jeweils vorgegebenem Amplitudenverlauf von mindestens einer geberinternen Sensorik des Drehschalters erzeugbar sind und jeweils an eine von zwei redundant aufgebauten Messwerterfassungseinrichtungen führbar und dort jeweils digitalisierbar sind, dass die von der ersten Messwerterfassungseinrichtung solchermaßen digitalisierten Schalterstellungswertsignale an eine erste Recheneinheit weiterleitbar sind, dass die von der zweiten Messwerterfassungseinrichtung solchermaßen digitalisierten Schalterstellungswertsignale an eine zweite, zur ersten Recheneinheit redundant aufgebaute Recheneinheit weiterleitbar sind, dass durch jede Recheneinheit jeweils ein Datum für die aktuelle Schalterstellung bestimmbar ist und dass bei un-

zulässiger Abweichung das Datum für eine weitere Verarbeitung sperrbar ist.

5 Für ein Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters wird die obengenannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass aus zwei analogen, schalterstellungswinkelabbildenden Schalterstellungsiswertsignale mit jeweils vorgegebenem Amplitudenverlauf jeweils mittels zweier  
10 redundant aufgebauter Recheneinheiten diskrete Schalterstellungen des Drehschalters bestimmt und von jeder Recheneinheit separat auf Plausibilität überprüft werden, dass mittels eines Vergleiches der von der ersten und zweiten Recheneinheit bestimmten Schalterstellungen, fehlerhafte Schalterstellungen erkannt werden.

15

Derartige analoge Schalterstellungsiswertsignale können in besonders einfacher Weise sinusförmig realisiert werden, prinzipiell ist aber auch eine Verwendung dreieckförmiger Signale denkbar.

20

Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Schalterstellungsiswertsignale um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschoben sind. Somit können mit Hilfe einfacher trigonometrischer Beziehungen aus den beiden  
25 Schalterstellungsiswertsignalen die Schalterstellungspositionen bzw. die Schalterstellungswinkel berechnet werden.

Eine erste vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Plausibilitäts-  
30 Überprüfung, falls die beiden digitalisierten Schalterstellungsiswertsignale zur ersten Recheneinheit bzw. die beiden digitalisierten Schalterstellungsiswertsignale zur zweiten Recheneinheit in Form von jeweils um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschobenen sinusförmigen Signalen gegeben sind und jeweils  
35 die Amplituden der beiden Signale zur ersten Recheneinheit und zur zweiten Recheneinheit konstant sind, in der Art erfolgt, dass auf Plausibilität der Signale erkannt wird,

wenn die Summe der jeweiligen Quadrate der digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur ersten Recheneinheit bzw. wenn die Summe der jeweiligen Quadrate der digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur zweiten Recheneinheit in einem definierten Bereich liegt. Die Erfinder haben hier erkannt, dass mit Hilfe einer solchen einfach durchzuführenden Plausibilitätsprüfung z.B. ein Leitungsbruch eines Schalteristwertsignals leicht erkannt werden kann.

- 10 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer ungenügenden Plausibilität die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur ersten Recheneinheit bzw. die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur zweiten Recheneinheit als fehlerhaft erkannt werden bzw. die daraus ermittelte Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahmen ergriffen werden. Die Erfinder haben in diesem Zusammenhang erkannt, dass bei Fehlern der Plausibilität des jeweiligen digitalisierten Schalterstellungssignal schon im Vorfeld die ermittelte Schalterstellung als fehlerhaft erkannt werden kann und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahme ergriffen werden müssen. Eine solche Maßnahme kann z.B. darin bestehen, die zugeordnete Recheneinheit abzuschalten.

25

- Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, wobei die beiden Schalterstellungsistwertsignale sinusförmig sind, dadurch gekennzeichnet, dass Schalterstellungen in Form von Schalterstellungswinkeln  $\alpha$  durch die Beziehung

$$\alpha = \arctan [X1/Y1],$$

- wobei X1 dem ersten digitalisierten Schalterstellungsistwertsignal zur ersten Recheneinheit und Y1 dem zweiten digitalisierten Schalterstellungsistwertsignal zur ersten Recheneinheit entspricht,

in der ersten Recheneinheit bzw.

$$\alpha = \arctan [X2/Y2],$$

5 wobei X2 dem ersten digitalisierten Schalterstellungswertsignal zur zweiten Recheneinheit und Y2 dem zweiten digitalisierten Schalterstellungswertsignal zur zweiten Recheneinheit entspricht,

10 in der zweiten Recheneinheit getrennt berechnet werden, wobei jeweils bei jeder Recheneinheit, das jeweilige erste digitalisierte Schalterstellungswertsignal dem jeweiligen zweiten digitalisierten Schalterstellungswertsignal um  $90^\circ$  in der Phase nacheilt und jeweils die Amplituden der digitalisierten Schalterstellungswertsignale konstant sind. Hier  
15 haben die Erfinder vorteilhaft erkannt, dass sich mittels einer einfachen trigonometrischen Grundfunktion aus den beiden Schalterstellungswertsignalen in jeder Recheneinheit jeweils ein Schalterstellungswinkel  $\alpha$  berechnen lässt.

20

Eine weitere vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass aus den Schalterstellungswinkel  $\alpha$  mittels einer Überprüfung in welchen entsprechend den Rastposition des Drehschalters definierten Winkelbereichen, die  
25 Schalterstellungswinkel  $\alpha$  liegen, zu den Rastpositionen korrespondierende diskrete Schaltungswinkel  $\alpha_D$  bestimmt werden. Mit Hilfe einer solchen diskreten Schalterstellungswinkelbestimmung ist es möglich, aus nur zwei analogen Schalterstellungswertsignalen, auf einfache Art und Weise, entsprechend den  
30 Rastposition des Drehschalters, diskrete Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  zu bestimmen.

Ferner erweist es sich für das erfindungsgemäße Verfahren als vorteilhaft, wenn die berechneten Schalterstellungswinkel  $\alpha$   
35 bzw. die diskreten Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  zwischen den beiden Recheneinheiten ausgetauscht und kreuzweise miteinander verglichen werden. Auf diese Art und Weise ist sicherge-

stellt, dass jede Recheneinheit separat solchermaßen fehlerhaft erkannte Schalterstellungswinkel  $\alpha$  bzw. solchermaßen fehlerhaft erkannte diskrete Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  erkennen kann.

5

Ferner erweist es sich für das erfindungsgemäße Verfahren von Vorteil, falls der Vergleich nur eine unzureichende Übereinstimmung der berechneten Schalterstellungswinkel  $\alpha$  bzw. diskrete Schalterstellungswinkeln  $\alpha_D$  ergibt, die ermittelten  
10 Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahme ergriffen werden um z.B. Auswirkungen auf einen nachfolgenden Prozess zu minimieren. Die Maßnahmen können z.B. gegebenenfalls nur in einer Warnung oder aber z.B. bei größeren Abweichungen auch in einer Ab-  
15 schaltung des gesamten nachliegenden Prozesses bestehen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das Verfahren eignet sich besonders zur Verwendung in industriellen Steuerungen, da dort eine sichere Schalterstellungserkennung eines Dreh-  
20 schalters, der lediglich die zwei oben beschriebenen analogen Ausgänge aufweist, besonders von Vorteil ist. Bei z.B. einer Verwendung des Drehschalters zum Einbau in Maschinensteuertafeln bei Werkzeug- oder Produktionsmaschinen als sogenannter Override-Drehschalter, um die Spindel- oder Drehgeschwindigkeit bedarfsweise zu beeinflussen. Wenn dabei eine Begrenzung  
25 erfolgt, kann mit der Erfindung eine hohe Sicherheit der Schalterstellungserkennung des Drehschalters gewährleistet werden.

30 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert.

Dabei zeigt die Figur in Form eines Blockschaltbildes die erfindungsgemäße Vorrichtung. Ein Drehschalter 1 erzeugt mit  
35 Hilfe einer geberinternen magnetischen, optischen oder kapazitiven Sensorik, die der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt ist, zwei sinusförmige analoge schalterstellungswin-

kelabbildende, um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschobene Schalterstellungsiswertsignale 2a und 2b mit konstanter identischer Amplitude. Das Schalterstellungsiswertsignal 2a ist dabei in der Form konstante Amplitude \*  $\sinus [\alpha]$  gegeben.

5 Das Schalterstellungssignal 2b ist in der Form konstante Amplitude \*  $\cosinus [\alpha]$  gegeben. Mit  $\alpha$  ist dabei der Schalterstellungswinkel bezeichnet. Die beiden Schalterstellungsiswertsignale 2a und 2b werden über zwei Klemmen 8a und 8b jeweils getrennt zwei redundant aufgebauten Messwerterfassungseinrichtungen 3a und 3b zugeführt. In diesen werden die Signalpegel der Schalterstellungsiswertsignale 2a und 2b jeweils mit Hilfe einer Elektronik an den Eingangssignalebereich eines messwerterfassungseinrichtungseigenen Analog-Digital-Wandlers angepasst. Anschließend erfolgt in den jeweiligen  
15 Messwerterfassungseinrichtungen 3a und 3b eine Analog-Digital-Wandlung der jeweiligen Schalterstellungsiswertsignale 2a und 2b, so dass für die weitere Verarbeitung digitalisierte Schalteristwertsignale 5a, 5b, 5c und 5d zur Verfügung stehen. Die digitalisierten Schalteristwertsignale 5a und 5b werden zur einer Recheneinheit 4a weitergeleitet. Die digitalisierten Schalteristwertsignale 5c und 5d werden zu einer Recheneinheit 4b, welche redundant zur Recheneinheit 4a aufgebaut ist, weitergeleitet. Die Recheneinheiten 4a und 4b sind zum Austausch von Daten miteinander verbunden.

25

Das Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters 1 wird in den Recheneinheiten 4a und 4b jeweils getrennt durchgeführt. Zunächst werden die digitalisierten Schalterstellungsiswertsignale 5a und 5b von der Recheneinheit 4a auf Plausibilität überprüft. Hierzu wird das digitalisierte Schalteristwertsignal 5a quadriert, das digitalisierte Schalteristwertsignal 5b quadriert und anschließend die Summe der beiden quadrierten Signale berechnet. Die digitalisierten Schalteristwertsignale 5a und 5b gelten als plausibel, wenn die Summe in einen definierten Bereich liegt.  
35 Werden die digitalisierten Schalterstellungsiswertsignale 5a und 5b als nicht-plausibel erkannt, dann kann die Schalter-



stellung des Drehschalters 1 nicht sicher erkannt werden, was zur Folge hat, dass die ermittelte Schalterstellung gegebenenfalls für die weitere Prozessverarbeitung gesperrt und eine Fehlermelder ausgegeben wird.

5

Äquivalent hierzu wird gleichzeitig in Recheneinheit 4b die digitalisierten Schalterstellungssignale 5c und 5d auf Plausibilität überprüft und bei Nichterkennung auf Plausibilität entsprechend oben genanntem verfahren.

10

Anschließend wird in der Recheneinheit 4a und 4b jeweils ein Schalterstellungswinkel  $\alpha$  berechnet. In der Recheneinheit 4a wird der Schalterstellungswinkel  $\alpha$  entsprechend der Beziehung  $\alpha = \arctan$  [digitalisiertes Schalteristwertsignal 5a geteilt durch digitalisiertes Schalteristwertsignal 5b] berechnet. In der Recheneinheit 4b wird äquivalent hierzu der Schalterstellungswinkel  $\alpha$  entsprechend der Beziehung  $\alpha =$  [digitalisiertes Schalterstellungsistwertsignal 5c geteilt durch digitalisiertes Schalterstellungssignal 5d] berechnet.

20

Anschließend werden in jeder Recheneinheit 4a und 4b getrennt aus den jeweiligen Schalterstellungswinkeln  $\alpha$  zu den Rastposition korrespondierende diskrete Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  berechnet. Hierzu wird überprüft, in welchen, entsprechend den Rastpositionen des Drehschalters definierten Winkelbereichen, die Schalterstellungswinkel  $\alpha$  liegen. Zu jeder Rastposition des Drehschalters wird somit ein korrespondierender, diskreter Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  bestimmt. Falls der Drehschalter keine Rastungen aufweist oder die Rasterung ausgeschaltet ist, dann kann die Funktion der diskreten Schalterstellungswinkelbestimmung auch wahlweise abgeschaltet werden.

30

Anschließend werden die Schalterstellungswinkel  $\alpha$  bzw. die diskreten Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  zwischen den beiden Recheneinheiten 4a und 4b über eine Verbindung 10 ausgetauscht und kreuzweise miteinander verglichen. Falls sich nur eine

35

unzureichende Übereinstimmung der berechneten Schaltungswinkel  $\alpha$  bzw. der diskreten Schaltungswinkel  $\alpha_D$  ergibt, dann werden die ermittelte Schalterstellung als fehlerhaft erkannt und für die weitere Verarbeitung gesperrt bzw. ein Warnsignal  
5 ausgegeben.

Entsprechend den jeweiligen Prozesserfordernissen kann dann der Prozess entweder sofort gestoppt werden oder z.B. die zuletzt als sicher erkannte Schalterstellung an den nachfolgenden Prozess weitergeleitet werden.  
10

Die Klemmen 8a und 8b, die Messwerterfassungseinrichtungen 3a und 3b und die Recheneinheiten 4a und 4b bilden eine sogenannte „Sichere Steuerung“ 9, die gemäß FIG 1 gestrichelt gezeichnet angedeutet ist.  
15

An dieser Stelle sei noch darauf hin gewiesen, dass die beiden Schalterstellungswertsignale 2a und 2b prinzipiell beliebige Phasenverschiebungen wie z.B.  $120^\circ$  aufweisen können.  
20 Die Berechnung des Schalterstellungswinkels  $\alpha$  und die Prüfung auf Plausibilität der digitalisierten Schalterstellungswertsignale 5a, 5b, 5c und 5d müssen dann entsprechend angepasst erfolgen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters (1), d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
5 n e t , dass zwei analoge, schalterstellungswinkelabbilden-  
de Schalterstellungsistwertsignale (2a, 2b) mit jeweils vor-  
gegebenem Amplitudenverlauf von mindestens einer geberinter-  
nen Sensorik des Drehschalters (1) erzeugbar sind und jeweils  
10 an eine von zwei redundant aufgebauten Messwerterfassungsein-  
richtungen (3a, 3b) führbar und dort jeweils digitalisierbar  
sind, dass die von der ersten Messwerterfassungseinrichtung  
(3a) solchermaßen digitalisierten Schalterstellungsistwert-  
signale (5a, 5b) an eine erste Recheneinheit (4a) weiterleit-  
15 bar sind, dass die von der zweiten Messwerterfassungseinrich-  
tung (3b) solchermaßen digitalisierten Schalterstellungsist-  
wertsignale (5c, 5d) an eine zweite, zur ersten Recheneinheit  
(4a) redundant aufgebaute Recheneinheit (4b) weiterleitbar  
sind, dass durch jede Recheneinheit (4a, 4b) jeweils ein Datum  
für die aktuelle Schalterstellung bestimmbar ist und dass bei  
20 unzulässiger Abweichung das Datum für eine weitere Verarbei-  
tung sperrbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass die beiden Schalterstellungsistwert-  
25 signale (2a, 2b) um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschoben sind.

3. Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines  
Drehschalters (1), d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
n e t , dass aus zwei analogen, schalterstellungswinkelab-  
30 bildenden Schalterstellungsistwertsignale (2a, 2b) mit jeweils  
vorgegebenem Amplitudenverlauf jeweils mittels zweier redun-  
dant aufgebauten Recheneinheiten (4a, 4b) diskrete Schalter-  
stellungen des Drehschalters (1) bestimmt und von jeder Re-  
cheneinheit (4a, 4b) separat auf Plausibilität überprüft wer-  
35 den, dass mittels eines Vergleiches der von der ersten und  
zweiten Recheneinheit bestimmten Schalterstellungen, fehler-  
hafte Schalterstellungen erkannt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass die Plausibilitätsüberprüfung, falls  
die beiden digitalisierten Schalterstellungswertsignale  
(5a,5b) zur ersten Recheneinheit bzw. die beiden digitali-  
5 sierten Schalterstellungswertsignale (5c,5d) zur zweiten  
Recheneinheit in Form von jeweils um 90° gegeneinander pha-  
senverschobenen sinusförmigen Signalen gegeben sind und je-  
weils die Amplituden der beiden Signale zur ersten Rechenein-  
heit (4a) und zur zweiten Recheneinheit (4b) konstant sind,  
10 in der Art erfolgt, dass auf Plausibilität der Signale er-  
kannt wird, wenn die Summe der jeweiligen Quadrate der digi-  
taliserten Schalterstellungswertsignale (5a,5b) zur ers-  
ten Recheneinheit (4a) bzw. wenn die Summe der jeweiligen  
Quadrate der digitalisierten Schalterstellungswertsignale  
15 (5c,5d) zur zweiten Recheneinheit (4b) in einem definierten  
Bereich liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass im Falle einer ungenügenden  
20 Plausibilität die digitalisierten Schalterstellungswert-  
signale (5a,5b) zur ersten Recheneinheit (4a) bzw. die digi-  
taliserten Schalterstellungswertsignale (5c,5d) zur zwei-  
ten Recheneinheit (4b) als fehlerhaft erkannt werden bzw. die  
daraus ermittelte Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt  
25 werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahmen er-  
griffen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3, 4 oder 5, wobei die beiden  
Schalterstellungswertsignale (2a,2b) sinusförmig sind, da-  
30 durch gekennzeichnet, dass Schalterstellungen in Form von  
Schalterstellungswinkeln  $\alpha$  durch die Beziehung

$$\alpha = \arctan [X1/Y1],$$

35 wobei X1 dem ersten digitalisierten Schalterstellungswert-  
signal (5a) zur ersten Recheneinheit (4a) und Y1 dem zweiten

digitalisiertes Schalterstellungswertsignal (5b) zur ersten Recheneinheit (4a) entspricht,

in der ersten Recheneinheit (4a) bzw.

5

$$\alpha = \arctan [X2/Y2],$$

wobei X2 dem ersten digitalisierten Schalterstellungswertsignal (5c) zur zweiten Recheneinheit (4b) und Y2 dem zweiten digitalisierten Schalterstellungswertsignal (5d) zur zweiten Recheneinheit (4b) entspricht,

10

in der zweiten Recheneinheit (4b) getrennt berechnet werden, wobei jeweils bei jeder Recheneinheit (4a,4b), das jeweilige erste digitalisierte Schalterstellungswertsignal (5a,5c) dem jeweiligen zweiten digitalisierten Schalterstellungswertsignal (5c,5d) um  $90^\circ$  in der Phase nacheilt und jeweils die Amplituden der digitalisierten Schalterstellungswertsignal (5a,5b,5c,5d) konstant sind.

15

20

7. Verfahren nach Anspruch 3, 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Schalterstellungswinkeln  $\alpha$  mittels einer Überprüfung in welchen entsprechend den Rastpositionen des Drehschalters definierten Winkelbereichen, die Schalterstellungswinkel  $\alpha$  liegen, zu den Rastpositionen korrespondierende diskrete Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  bestimmt werden.

25

30

8. Verfahren nach Anspruch 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die berechneten Schalterstellungswinkel  $\alpha$  bzw. die diskreten Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  zwischen den beiden Recheneinheiten (4a,4b) ausgetauscht und kreuzweise miteinander verglichen werden.

35

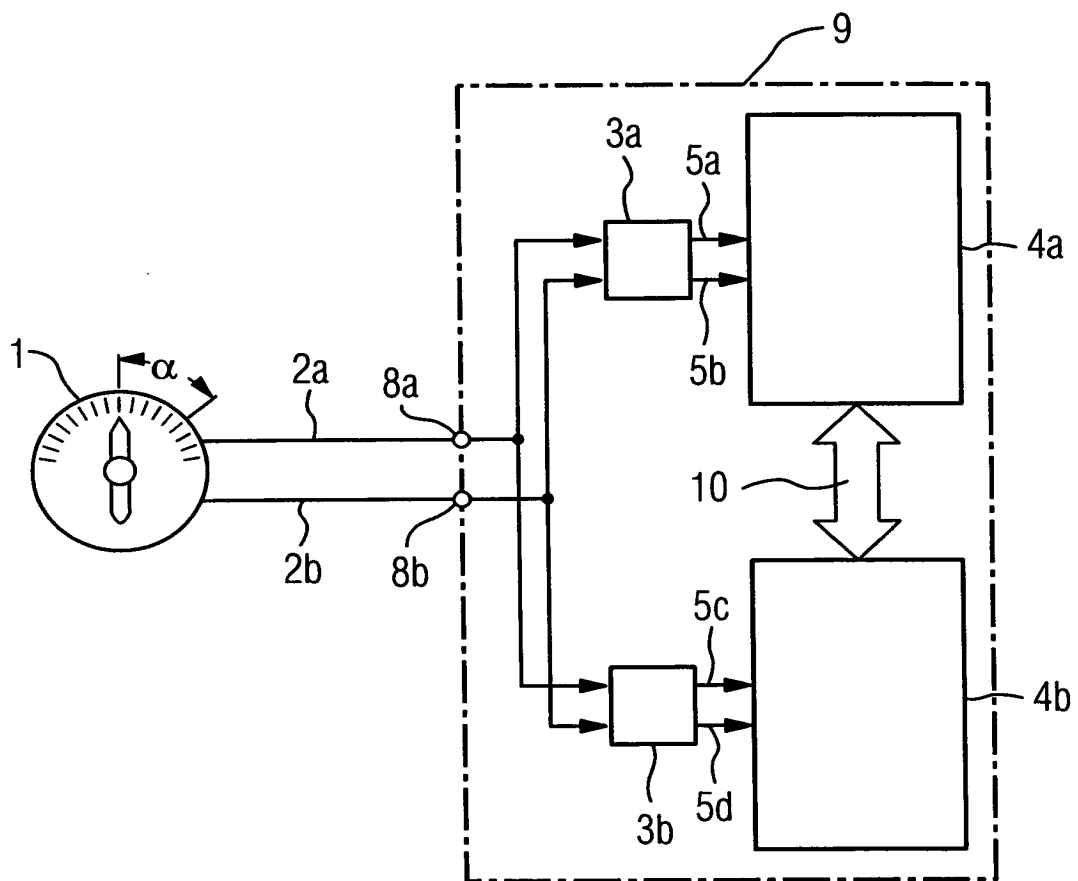
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass, falls der Vergleich nur eine unzureichende Übereinstimmung der berechneten Schalterstellungs-

winkel  $\alpha$  bzw. diskrete Schalterstellungswinkeln  $\alpha_D$  ergibt, die ermittelten Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahmen ergriffen werden.

5

10. Verwendung der Vorrichtung und des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer industriellen Steuerung.

10





Creation date: 08-11-2003  
Indexing Officer: AMOHAMMED - AMIR N. MOHAMED  
Team: OIPEScanning  
Dossier: 10633886

Legal Date: 08-04-2003

| No. | Doccode | Number of pages |
|-----|---------|-----------------|
| 1   | TRNA    | 1               |
| 2   | SPEC    | 17              |
| 3   | CLM     | 6               |
| 4   | ABST    | 1               |
| 5   | DRW     | 8               |
| 6   | OATH    | 3               |

Total number of pages: 36

Remarks:

Order of re-scan issued on .....